

Cooler control for a solid-state imager camera

Patent Number: ☐ US4587563
Publication date: 1986-05-06
Inventor(s): BENDELL SIDNEY L (US); MICHAELIS THEODORE D (US)
Applicant(s):: RCA CORP (US)
Requested Patent: ☐ DE3534187
Application Number: US19840655675 19840928
Priority Number(s): US19840655675 19840928
IPC Classification:
EC Classification: H04N5/217S3
Equivalents: ☐ FR2571197, ☐ GB2165122, HK41093, JP1964455C, JP6095732B,
☐ JP61089778, KR9311292

Abstract

A camera including a solid-state imager has a cooler for controlling cooling of the imager. A thermal servo regulates the cooling of the imager to a set point. A cooling control means changes the cooling set point in response to changes in the sensitivity of the camera.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 35 34 187 C 2

⑥① Int. Cl.⁵:
H 04 N 5/225
H 04 N 3/15

②① Aktenzeichen: P 35 34 187.4-31
②② Anmeldetag: 25. 9. 85
④③ Offenlegungstag: 10. 4. 86
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 6. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
28.09.84 US 655,675

⑦③ Patentinhaber:
RCA Corp., Princeton, N.J., US

⑦④ Vertreter:
von Bezold, D., Dr.rer.nat.; Schütz, P., Dipl.-Ing.;
Heusler, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80333 München

⑦② Erfinder:
Bendell, Sidney Leo, Sequim, Wash., US; Michaelis,
Theodore Donald, Medford, N.J., US

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
JP 59-80 056 A
Peltier-Kühler zur Empfindlichkeitsver- besserung
von Halbleiter-Bildsensoren. In: Fernseh- und
Kino-Technik, 38. Jhrg., Nr. 3, 1984, S. 122;

⑤④ Fernsehkamera mit gekühltem Festkörper-Bildwandler

DE 35 34 187 C 2

DE 35 34 187 C 2

Die Erfindung betrifft eine Fernsehkamera mit Einrichtungen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, wie sie z. B. aus einer Kurzinformation "Peltier-Kühler zur Empfindlichkeitsverbesserung von Halbleiter-Bildsensoren", veröffentlicht in Fernseh- und Kinotechnik, 38. Jahrgang, Nr. 3, 1984, Seite 122, und aus der japanischen OPI-Veröffentlichung Nr. SHO 59-80056 bekannt sind. Neuerdings erscheinen auf dem Markt tragbare Fernsehkameras mit Festkörper-Bildwandlern. Solche Kameras sind sehr vorteilhaft, besonders als tragbare Geräte, weil sie besonders robust und klein sind, wenig Leistung verbrauchen, und weil ihre Bildwandler mit zunehmendem Alter kaum Qualitätseinbußen erleiden. Andererseits haben derartige Geräte im Vergleich zu Kameras, die mit herkömmlichen Bildaufnahmehöhen bestückt sind, aber auch gewisse Nachteile. Ein solcher Nachteil ist die Erzeugung unerwünschter, nicht zur Bildinformation gehörender Signalkomponenten, wie Rauschen und starke Leckströme aufgrund von Eigenschaften, die spezifisch für Festkörper-Bildwandler sind. Diese Eigenschaften bewirken, daß selbst beim Fehlen von Licht temperaturabhängige und räumlich ungleichmäßig verteilte Schwarzwert-Leckströme erscheinen, die sogenannten Dunkelströme. Die Ungleichmäßigkeit der Dunkelströme führt zu Unregelmäßigkeiten im Schwarzwert und/oder zu einer Farbverschiebung des später wiedergegebenen Bildes. Das Problem des temperaturbedingten Rauschens und der räumlich ungleichmäßigen Dunkelströme wird vergrößert durch die im Bildwandler und in seinen zugeordneten Schaltungsanordnungen während des Betriebs verbrauchte Leistung, durch deren Einfluß die Temperatur des Bildwandlers um vielleicht 30°C über die umgebende Lufttemperatur außerhalb der Kamera ansteigen kann.

Aus diesem Grund wurden Kühlsysteme für Festkörper-Bildwandler entwickelt, die in den eingangs erwähnten Veröffentlichungen vorgestellt sind und einen Regelkreis enthalten, der ein von der Temperatur des Bildwandlers abhängiges Signal mit einem vorbestimmten Wert vergleicht und im Falle einer Abweichung, die das Überschreiten einer vorbestimmten Temperatur anzeigt, eine auf den Bildwandler wirkende Kühleinrichtung wie z. B. einen Peltier-Kühler einschaltet, um so die Temperatur des Bildwandlers auf einen gewünschten Wert zu stabilisieren. Bei dem System nach der ersten genannten Veröffentlichung wird die Bildwandlertemperatur direkt durch einen Thermistor gemessen, während bei dem System nach der zweitgenannten Veröffentlichung der Dunkelstrom des Bildwandlers als eine von der Temperatur abhängige Größe erfaßt und mit einem diesbezüglichen Referenzwert verglichen wird.

Der Betrieb der Kühleinrichtung verbraucht natürlich Leistung, die aus der Energieversorgungsquelle der Kamera entnommen werden muß. Da Kameras mit Festkörper-Bildwandlern in der Mehrzahl tragbare Geräte sind und aus Batterien gespeist werden, wird die jeweilige Betriebsdauer der Kamera zwischen den Wiederaufladungen der Batterie infolge der zusätzlichen Leistungsaufnahme des Kühlers in unerwünschter Weise verkürzt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, den durch eine Kühleinrichtung verursachten Energieverbrauch minimal zu halten, ohne dadurch eine merkliche Einbuße der Betriebsqualität der Kamera hinsichtlich des Rauschabstandes oder der Schwarz-

wert-Gleichmäßigkeit zu erleiden.

Eine mit Festkörper-Bildwandler bestückte Videokamera, welche diese Aufgabe in erfindungsgemäßer Weise löst, ist im Patentanspruch 1 gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Mit der vorliegenden Erfindung wird die Erkenntnis ausgenutzt, daß die mit der Temperatur des Bildwandlers zusammenhängenden Probleme nicht unterschiedslos für alle Einsatzbedingungen der Kamera gelten. Zwar werden unerwünschte temperaturabhängige bildfremde Signalkomponenten wie Rauschen und Dunkelströme in jedem Fall stärker, wenn die Temperatur ansteigt. Andererseits können solche Störkomponenten aber umso eher in Kauf genommen werden, je stärker die vom Bildwandler erzeugten, durch den Lichteinfall bestimmten Nutzkomponenten sind, denn letztlich ist für die Bildqualität hauptsächlich der Abstand zwischen Nutz- und Störsignal entscheidend. So kann eine Kamera mit Festkörper-Bildwandlern im Falle guter Lichtbedingungen ohne merkliche Qualitätsverschlechterung durchaus mit höheren Bildwandlertemperaturen betrieben werden als im Falle schwacher Szenenbeleuchtung, wie etwa bei Fernsehaufnahmen von Nachtszenen oder bei Innenaufnahmen mit Umgebungslicht. Wird also, wie beim Stand der Technik, die Kühleinrichtung ständig betrieben, um den Festkörper-Bildwandler stets auf einer vorbestimmten Temperatur zu halten, dann wird eigentlich unnötige Leistung verbraucht, wenn die Kamera unter Bedingungen betrieben wird, bei denen ein zufriedenstellender Rauschabstand auch mit weniger oder überhaupt keiner Kühlung erreicht werden könnte. Wie gesagt sind diese Bedingungen unmittelbar mit den szenenrepräsentativen Ausgangssignalen des Bildwandlers verknüpft. Je schwächer diese Signale sind und dementsprechend bei der Signalverarbeitung zu verstärkt sind, desto niedriger ist die Bildwandlertemperatur zu halten.

Gemäß dieser Erkenntnis wird nach der vorliegenden Erfindung der Arbeitspunkt des die Bildwandlertemperatur bestimmenden Regelkreises durch eine Kühlungs-Steuereinrichtung im Einklang mit Änderungen der Verstärkung eines steuerbaren Verstärkers geändert, der in der Signalverarbeitungseinrichtung enthalten ist und auf die szenenrepräsentativen Ausgangssignale des Bildwandlers anspricht.

Dieses erfindungsgemäße Prinzip, bei dem die Bildwandlertemperatur nach dem jeweiligen Bedarfsfall gesteuert wird, bringt eine wesentliche Energieeinsparung und ist anwendbar sowohl in Verbindung mit Regelkreisen, die zur Erzeugung eines temperaturabhängigen Signals eine mit dem Bildwandler thermisch gekoppelte Fühleinrichtung benutzen, als auch in Verbindung mit Regelkreisen, die als temperaturabhängiges Signal eine temperaturabhängige bildfremde Komponente wie z. B. den Dunkelstrom im Bildwandlerausgangssignal erfassen. Die Benutzung derartiger Regelkreise, wie sie an sich aus den oben genannten Veröffentlichungen bekannt sind, zählt zu vorteilhaften Ausführungsformen der Erfindung ebenso wie die Verwendung einer Synchronisiereinrichtung, die den Schaltbetrieb der Kühleinrichtung auf Zeitpunkte legt, in denen der Bildwandler kein Ausgangssignal liefert.

Der Regelkreis bildet in Verbindung mit der Kühlungs-Steuereinrichtung praktisch ein Servosystem, mit dem der Kühlbetrieb den Verstärkungseinstellungen der Signalverarbeitung nachgeführt wird.

Die Erfindung wird nachstehend an Ausführungsbei-

spielen anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild einer mit Festkörper-Bildwandler arbeitenden Kamera, die eine erfindungsgemäß ausgebildete Temperatur-Servosteuerungseinrichtung enthält;

Fig. 2 ist ein detailliertes Schaltbild einer Temperatur-Servosteuerungseinrichtung zum Kühlen des Festkörper-Bildwandlers in der Kamera nach Fig. 1;

Fig. 3a und 3b zeigen in Blockschaltbildern alternative Temperatur-Servosteuerungseinrichtungen für den Festkörper-Bildwandler in der Kamera nach Fig. 1;

Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht eines Festkörper-Bildwandlers, der thermisch mit einem thermoelektrischen Kühler gekoppelt ist.

In der Fig. 1 ist schematisch eine Optik 10 gezeigt, die eine Iris 11 (und ein Linsensystem und eventuell ein Prisma oder eine Umlaufblende, nicht dargestellt) enthält und das von einer beleuchteten Szene (nicht dargestellt) reflektierte Licht auf einen Festkörper-Bildwandler 12 abbildet. Die Iris 11 wird in einer herkömmlichen Weise (nicht gezeigt) gesteuert, um die den Bildwandler 12 erreichende Lichtmenge auf ein bevorzugtes Maß, trotz eventueller Änderungen der Szenenhelligkeit, zu regeln. Der Bildwandler 12 kann ein ladungsgekoppeltes Bauelement (CCD) des allgemein bekannten, mit Teilbild-Übertragung arbeitenden Typs sein oder eine andere Art von Festkörper-Sensor, etwa vom NOS-Typ. Ein Taktgenerator 14 liefert mehrphasige Taktsignale an den Bildwandler 12, um die Erzeugung von Ladungen zu steuern, die sich repräsentativ für das Bild innerhalb des Bildwandlers 12 aufbauen, und um dafür zu sorgen, daß diese Ladungen als Ausgangssignale vom Bildwandler 12 zu einer Signal-Wiedergewinnungsschaltung 16 übertragen werden. Die Wiedergewinnungsschaltung 16 entwickelt aus den vom Bildwandler 12 gelieferten Ladungs-Abfragewerten bildrepräsentierende Analogsignale nach irgendeiner von mehreren bekannten Methoden, z. B. durch korrelierte Doppelabfrage. Das von der Wiedergewinnungsschaltung 16 gelieferte Analogsignal wird auf eine Signalverarbeitungsschaltung 18 gegeben, die gewöhnliche Kamerasignal-Verarbeitungsnetzwerke z. B. zur Schattierungsregelung, Ausfallkorrektur, Gammakorrektur, Klemmung, Austastung und dergleichen enthält, um an ihrem Ausgang ein zusammengesetztes Farbfernsehsignal wie z. B. ein NTSO-Signalgemisch hervorzubringen.

Die Signalverarbeitungsschaltung 18 enthält an ihrem Eingang einen Vorverstärker 20, dessen Verstärkungsfaktor mittels eines Mehrstellenschalters 51 wahlweise auf vorbestimmte Relativwerte einstellbar ist. Der Schalter S1 entspricht einem Empfindlichkeitsregler für die Kamera nach Fig. 1. Die Empfindlichkeit der Kamera wird normalerweise erhöht, wenn die Beleuchtung der Szene so gering ist, daß selbst bei vollständig geöffneter Iris 11 die den Bildwandler 12 erreichende Lichtmenge geringer ist als das bevorzugte Maß. Um im Videosignalgemisch das Rauschen, das von der Wiedergewinnungsschaltung 16 und dem Vorverstärker 20 erzeugt werden kann, minimal zu halten, ist es zweckmäßig, den Vorverstärker 20 mit einer voreingestellten relativen Verstärkung von z. B. 0 dB zu betreiben. Es werden aber auch Verstärkungen vom z. B. 6 dB und 18 dB für den Vorverstärker 20 vorgesehen, um die Empfindlichkeit der Kamera zu erhöhen, wenn eine geringere Menge an Licht den Bildwandler 12 erreicht, z. B. wenn schwach beleuchtete Szenen aufgenommen werden. Der Vorverstärker 20 enthält einen Verstärkungssteuereingang 22, um die verschiedenen relativen Verstär-

kungen des Vorverstärkers 20 abhängig vom Pegel einer angelegten Verstärkungssteuerspannung einzustellen. Der Pegel der Verstärkungssteuerspannung wird von einem Spannungsteiler 24 entwickelt, der einen Widerstand R1 enthält, welcher zwischen eine Quelle stabiler Spannung +V (geliefert von der Kamerabatterie) und den beweglichen Arm des Schalters S1 geschaltet ist, und Widerstände R2, R3 und R4, die von den einzelnen Einstellpunkten des Schalters S1 für die Verstärkungen 18, 6 und 0 dB zu einer gemeinsamen Bezugsquelle wie z. B. Nassepotential führen.

In Wärmekontakt mit dem Bildwandler 12 befindet sich ein thermoelektrischer Kühler 26. Der Kühler 26 kann vom allgemein bekannten Peltier-Typ sein, der bei Erregung durch einen Gleichstrom Wärme von einer gekühlten Oberfläche wegpumpt. Der Gleichstrom zur Erregung des Kühlers 26 wird aus der Kamerabatterie 27 abgeleitet. Die Menge des zugeführten Gleichstroms wird durch ein Temperatur-Servosystem 28 geregelt. Das Servosystem 28 enthält einen Temperaturfühler 30, der thermisch mit dem Bildwandler 12 gekoppelt ist, um ein die Temperatur des Bildwandlers anzeigendes Signal an den invertierenden Eingang eines Vergleichers 32 zu legen. Ein verstellbarer Spannungsteiler 34, der aus Widerständen R5, R6, R7 und R8 und einem Mehrstellenschalter S2 besteht und in der gleichen Weise aufgebaut ist wie die Anordnung 24 zur Verstärkungseinstellung, liefert ein Referenzsignal an den nicht-invertierenden Eingang des Vergleichers 32. Der Pegel des Referenzsignals setzt einen vorbestimmten Temperatur-Sollwert fest, auf den der Servokreis 28 die Kühlung des Bildwandlers 12 regelt. Im einzelnen liefert der Vergleich 32 immer dann, wenn der Pegel des temperaturanzeigenden Signals vom Fühler 30 anzeigt, daß die Temperatur des Bildwandlers oberhalb des Sollwertes liegt, ein Befehlssignal an einen Steuereingang einer Stromsteuereinrichtung 36, die daraufhin einen Gleichstrom aus der Kamerabatterie 27 zur Erregung des Kühlers 26 zuführt. Nachdem der Kühler 26 die Temperatur des Bildwandlers 12 so weit reduziert hat, daß der Wert des temperaturanzeigenden Signals vom Fühler 30 innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereiches vom Wert des Referenzsignals liegt, was anzeigt, daß die Temperatur des Bildwandlers 12 eine vorbestimmte Solltemperatur erreicht hat, bewirkt der Vergleich 32 eine Änderung des Befehlssignals auf einen Pegel, der die Steuereinrichtung 36 zur Abschaltung des Kühlers 26 veranlaßt. Ein Beispiel für einen handelsüblichen thermoelektrischen Kühler, der im vorliegenden Fall verwendet werden kann, ist das Gerät "Frigichip" (eingetragenes Warenzeichen), ein Miniatur-Keramikkbaustein mit der Modul-Nr. FOO.6-66-O6L der Firma Melcor.

Es wurde gefunden, daß beim Betrieb der Kamera unter normalen Lichtbedingungen wie z. B. bei gut beleuchteten Innenszenen oder bei Tageslicht-Außenaufnahmen die den Bildwandler erreichende Lichtmenge so ist, daß die vom Bildwandler gelieferten Signale ohne jede Kühlung des Bildwandlers einen zufriedenstellenden Rauschabstand haben (d. h. ein genügend niedriges Verhältnis bildfremden Rauschens und Dunkelstroms zu bildrepräsentierendem Signalstrom). Wenn jedoch die Kamera nachts oder in schwach beleuchteter Umgebung betrieben wird, kann eine Kühlung des Bildwandlers notwendig sein, um temperaturabhängige bildfremde Rauschkomponenten und Dunkelströme zu reduzieren, damit ein zufriedenstellender Rauschabstand erzielt wird. Eine unnötige Kühlung des Bildwandlers ist nachteilig, insbesondere bei einer tragbaren Kamera, weil

durch die benötigte Batterieleistung die im Tragebetrieb mögliche Einsatzdauer der Kamera verkürzt wird. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Stellpunkt des Temperatur-Servosystems für die Bildwandlerkühlung geändert in Übereinstimmung mit Änderungen der den Bildwandler erreichenden Lichtmenge, die eine Änderung in der Empfindlichkeitseinstellung der Kamera erforderlich machen. So ist gemäß der Fig. 1 der bewegliche Arm des Schalters S2 für einen Gleichlauf mit der Position des Schalters S1 zwangsgekuppelt (wie mit der gestrichelten Linie angedeutet), so daß sich der Pegel des Referenzsignals gleichzeitig mit Änderungen der Verstärkungseinstellung für den Vorverstärker 20 ändert. Da der Vorverstärker 20 in der Praxis zweckmäßigerweise zur Erzielung des besten Rauschabstandes auf dem niedrigsten Einstellwert der relativen Verstärkung betrieben wird (d. h. mit 0 dB), werden die höheren Verstärkungseinstellungen, d. h. 6 dB und 18 dB, nur dann benutzt, wenn die Kamera zur Aufnahme relativ schwach beleuchteter Szenen eingesetzt wird. Wenn die Szenenbeleuchtung gering ist, ist das vom Bildwandler 12 gelieferte bildrepräsentierende Signal schwach, und der Pegel des temperaturabhängigen Rauschens ist dann anteilmäßig höher im Signal, was einen reduzierten Rauschabstand der Kamera bedeutet.

Im einzelnen bringt ein Rauschabstand von 65 dB bei 560 Lux zufriedenstellende Qualität. Bei Zimmertemperatur (ungefähr 23°C) und schwacher Szenenbeleuchtung von z. B. 70 Lux verschlechtert sich der Rauschabstand des Bildwandler-Ausgangssignals um etwa 18 dB auf ungefähr 47 dB. Eine Verminderung der Temperatur des Bildwandlers 12 um etwa 32°C reduziert den Pegel des temperaturabhängigen Rauschens und Dunkelstroms um ungefähr 12 dB, so daß man auf diese Weise den zufriedenstellenden Rauschabstand wiederherstellen kann. Vielleicht noch wichtiger ist, daß durch die Reduzierung des Dunkelstroms die Ungleichverteilung des Schwarzpegels auf einen Punkt vermindert werden kann, wo die zufriedenstellende Betriebsqualität der Kamera wieder erreicht ist. Wenn also der Schalter S1 in der Stellung für das Verstärkungsmaß 18 dB ist, liefert der Schalter S2 für das Referenzsignal einen Pegel, bei welchem die Kühlung des Bildwandlers 12 auf einen Sollwert geregelt wird, der um etwa 32°C niedriger liegt als der Sollwert im Falle der 0-dB-Verstärkungseinstellung. Wenn die Szenenbeleuchtung stärker wird, stellt die Bedienungsperson der Kamera den Schalter S1 nacheinander auf niedrigere Verstärkungseinstellungen für den Vorverstärker 20, was über den Schalter S2 zur Folge hat, daß der Temperatur-Sollwert sukzessiv auf denjenigen Temperatur-Sollwert erhöht wird, der für die relative Vorverstärkerverstärkung von 0 dB gilt, z. B. auf 23°C.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird dafür gesorgt, daß die Einschaltung und Ausschaltung des Kühlers 26 abhängig vom Befehlssignal des Temperatur-Servosystems 28 während solcher Zeiten erfolgt, in denen der Bildwandler 12 kein Ausgangssignal liefert, das bei der Entwicklung des Videosignalgemischs benutzt wird. Dies ist wünschenswert, weil die Ein- und Ausschaltung des Kühlers 26 Störsignale bewirken kann, die vom Bildwandler 12 erfaßt werden könnten und dessen Ausgangssignal in unerwünschter Weise verunreinigen könnten. In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Steuereinrichtung 36 Vorkehrungen, um ihren Schaltbetrieb für die Leistungsverorgung des Kühlers 26 so zu steuern, daß er innerhalb der Vertikalaustastlücke eines Fernseh-Teilbildintervalls

stattfindet. Einzelheiten einer diesbezüglichen Synchronisierungseinrichtung werden nachstehend in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben.

Die Fig. 2 zeigt Einzelheiten einer bevorzugten Ausführungsform des Temperatur-Servosystems 28 nach Fig. 1. Eine Diode 202 (die körperlich mit dem Bildwandler 12 vereinigt sein kann) ist so gepolt, daß sie über einen an eine Versorgungsspannung von -5 Volt angeschlossenen Widerstand 204 in Durchlaßrichtung gespannt wird und an ihrer Kathode eine Spannung liefert, die sich infolge des durch den Widerstand 204 bewirkten Konstantstroms in ihrem Wert abhängig von Temperaturänderungen ändert. Die Kathode der Diode 202 ist mit dem invertierenden Eingang eines Vergleichers 206 verbunden, der herkömmlicher Bauart sei, z. B. eine integrierte Schaltung des RCA-Typs CA3290A. Ein aus Widerständen 208, 210 und 212 gebildetes Spannungsteilernetzwerk empfängt am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 210 und 212 die den Temperatur-Sollwert vorgegebene Referenzspannung vom beweglichen Arm des Schalters S2 (vgl.

Fig. 1). Die am Verbindungspunkt der Widerstände 208 und 210 des Spannungsteilers entwickelte Spannung wird an den nicht-invertierenden Eingang des Vergleichers 206 gelegt. Der Widerstand 210 wird bei der Herstellung justiert, um den tatsächlichen Spannungsabfall der Diode 202 bei Zimmertemperatur und den Spannungs-Offset des Vergleichers 206 zu berücksichtigen.

Der Vergleichers 206 ändert den Pegel seines Ausgangssignals von niedrig auf hoch und umgekehrt abhängig davon, wie sich der von der Diode 202 entwickelte temperaturabhängige Spannungspegel gegenüber dem Referenzspannungspegel am nicht-invertierenden Eingang des Vergleichers ändert. Der bewegliche Arm des Schalters S2 nach Fig. 1, der an den Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 210 und 212 angeschlossen ist, dämpft den Pegel der an den nichtinvertierenden Eingang des Vergleichers 206 gelegten Spannung derart, daß sich der Temperatur-Sollwert des Servosystems 28 abhängig von Änderungen der Kameraempfindlichkeit ändert, wie sie vorgenommen werden, um schwache Belichtungen des Bildwandlers 12 auszugleichen, wie es weiter oben beschrieben wurde. Eine Spannungsverschiebungsschaltung, die hintereinandergeschaltete Widerstände 214, 216, 218 und 220 zwischen +5 Volt und -5 Volt aufweist, empfängt das Ausgangssignal des Vergleichers am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 216 und 218. Der Vergleichers 206 bewirkt, daß sich die Spannung an diesem Verbindungspunkt zwischen 0 und -5 Volt ändert. Die Widerstände 214-220 haben die in der Fig. 2 angegebenen Werte, um am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 214 und 216 ein Signal hohen Pegels von ungefähr +3,5 Volt zu entwickeln, wenn der Ausgangspegel des Vergleichers 206 hoch ist, d. h. auf 0 Volt liegt. Der Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 214 und 216 liefert das Befehlssignal zum Dateneingang D eines Flipflops 222. Vom Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 218 und 220 zweigt ein Mitkopplungswiderstand 224 ab, um eine Hysterese in den Betrieb des Vergleichers 206 einzuführen, die verhindert, daß der Vergleichers unbestimmt arbeitet, wenn die Bildwandler-temperatur nahe am Sollwert ist. Der angegebene Wert für den Widerstand 224 bringt eine Hysterese von ungefähr 2°C. Ein Kondensator 226 beschleunigt den Betrieb der Hysterese.

Der Ausgang des Flipflops 222 ist mit der Gateelektrode eines Feldeffekttransistors 228 gekoppelt, dessen

Drain an den Kühler 26 angeschlossen ist und dessen Sourceelektrode und Substrat mit Masse verbunden sind. Wenn der Q-Ausgang des Flipflops hoch ist, wird der Feldeffekttransistor 228 leitend, und es fließt ein Strom aus der +5-Volt-Quelle über einen strombegrenzenden Widerstand 230, um den Kühler 26 zu erregen. Bei niedrigem Q-Ausgang ist der Feldeffekttransistor 228 nichtleitend und der Kühler 26 abgeschaltet. Das Flipflop 222 und der Feldeffekttransistor 228 bilden die Steuereinrichtung 36 nach Fig. 1, wie es mit der gestrichelten Umrahmung in der Fig. 2 angedeutet ist.

Wie bereits erwähnt, ist gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung der Betrieb der Steuereinrichtung 36 mit dem Vertikalaustastintervall eines Fernseh-Teilbildes synchronisiert. Hierzu empfängt der Takteingang CLK des Flipflops 222 einen Impuls mit hohem Logikpegel, der zeitlich so liegt, daß er mit dem Vertikalaustastintervall zusammenfällt. Dieser Impuls kann vom Taktgeber 14 nach Fig. 1 geliefert werden. Auf diese Weise werden Änderungen im Pegels des Q-Ausgangs des Flipflops 222 so synchronisiert, daß sie an der Vorderflanke des erwähnten Taktsignals CLK und damit innerhalb des Vertikalaustastintervalls erscheinen. Hierdurch wird die Möglichkeit vermieden, daß unerwünschte Störungen, die durch die Ein- und Ausschaltung des Kühlers verursacht werden, das Ausgangssignal des Bildwandlers während des aktiven Hinlaufteils des Fernseh-Teilbildintervalls beeinflussen.

Zur Vorgabe des Temperatur-Sollwertes und zur Erzeugung der temperaturanzeigenden Signale können im Temperatur-Servosystem 28 auch andere Mittel als der Schalter S2 und der Fühler 30 verwendet werden. Diesbezügliche Alternativen seien nachstehend anhand der Fig. 3a und 3b beschrieben.

Gemäß der Fig. 3a wird ein AVR-Signal (diese Abkürzung steht für "automatische Verstärkungsregelung"), das die Verstärkung der Verstärkerstufen innerhalb der Signalverarbeitungsschaltung 18 automatisch in Abhängigkeit von Änderungen der den Bildwandler 12 erreichenden Lichtmenge regelt, an eine Pegelverschiebungsschaltung 300 gelegt, um das Temperatur-Sollwertsignal an den nicht-invertierenden Eingang des Vergleichers 206 zu legen, anstelle des durch die Position des Schalters 52 modifizierten Signals vom Verbindungspunkt der Widerstände 208 und 210. Die Pegelverschiebungsschaltung 300 kann einfach ein Widerstandnetzwerk zur Spannungsverschiebung des AVR-Signals sein oder mehrere parallelgeschaltete Dioden enthalten, um Stufen oder Knickpunkte im Grad der Pegelverschiebung zu erhalten, wie es in der Schaltungstechnik an sich bekannt ist.

Bei den bis hierher beschriebenen Ausführungsformen erfolgt die Regelung der Kühlung des Bildwandlers 12 als Regelung auf einen vorbestimmten Temperatur-Sollwert. Da es letztlich aber der Pegel temperaturabhängiger, nicht für die Szene repräsentativer Signale ist, der beeinflußt werden soll, kann auch dieser Pegel direkt gefühlt werden, anstatt mittelbar durch Fühlen der Temperatur. So kann z. B. der Dunkelstrom des Bildwandlers unmittelbar gefühlt werden, um das temperaturanzeigende Signal für den invertierenden Eingang des Vergleichers 206 nach Fig. 2 zu bekommen. Dies ist in Fig. 3b veranschaulicht.

In der Fig. 3b ist ein mit Teilbild-Übertragung arbeitender CCD-Bildwandler 302 allgemein bekannter Bauart dargestellt. Der Bildwandler 302 enthält einen photoempfindlichen Abbildungsbereich 304, der auch "A-Register" genannt wird, einen als "B-Register" be-

zeichneten Teilbild-Speicherbereich 306 und ein als "C-Register" bezeichnetes Register 308 zur zeilenweisen Auslesung. Eine durch Kreuzschraffur in der Zeichnung angedeutete lichtblockierende Maske schattet die B- und C-Register 306 und 308 gegenüber Licht ab, so daß nur das A-Register 304 ein für das Bild repräsentatives Feld von Ladungen entwickelt. Am Ende einer Bildintegrationszeit von beispielsweise 1/60 Sekunden werden die im A-Register 304 entwickelten Ladungen zum B-Register 306 übertragen, so daß das A-Register 304 während des nächsten Intervalls von 1/60 Sekunden das nächste Feld oder Teilbild von Ladungen aufbauen (integrieren) kann. Während dieses nächsten Teilbild von Ladungen im A-Register 304 aufgebaut wird, liest das C-Register 308 jede Zeile der Ladungen des vorher integrierten Teilbildes sequentiell aus dem B-Register 306 aus. Das abgeschattete B-Register 308 ist so aufgebaut, daß es eine gesonderte Spalte des photoempfindlichen Abbildungsbereichs hat, die wegen der Maske kein Licht empfängt und auch keine Ladung aus dem A-Register 304 empfängt, so daß jedwede in diesem gesonderten Bereich integrierte Ladung nur für den Dunkelstrom repräsentativ ist. Ein Schalter 310 wird durch ein Signal gesteuert, das die Fernseh-Zeilenfrequenz hat, um die vom C-Register 308 gelieferten bildrepräsentierenden Ladungen zur Signal-Wiedergewinnungsschaltung 16 durchzulassen, während die aus dem gesonderten photoempfindlichen Bereich stammenden Ladungen, die nur für den Dunkelstrom repräsentativ sind, an eine Integratorschaltung 312 durchgelassen werden. Der Integrator 312 integriert die während des Teilbildintervalls zeilensequentiell gelieferten Dunkelstromladungen und wird am Ende des Teilbildes durch einen Impuls aus dem Taktgeber 14 auf 0 zurückgesetzt. Vor der Rücksetzung fragt eine Abfrage- und Halteschaltung 314 das integrierte Dunkelstromsignal ab. Ein Tiefpaßfilter 316 filtert das Ausgangssignal der Abfrage- und Halteschaltung 314, um ein Signal zu liefern, dessen Pegel direkt repräsentativ für den Pegel des Bildwandler-Dunkelstroms ist. Dieses Signal wird an dem invertierenden Eingang des Vergleichers 206 nach Fig. 2 gelegt, anstelle des von der Diode 202 entwickelten temperaturanzeigenden Signals.

Die Fig. 4 ist eine Schnittansicht eines mit einem dünnen gemachten Substrat versehenen Festkörper-Bildwandlerplättchens 410, das auf eine dünne Glasplatte 412 geklebt ist und in einer Kapsel verpackt ist, die einen herkömmlichen Substratträger 414 und einen hermetisch abdichtenden Deckel 416 enthält. Ein thermoelektrischer Kühler, der insgesamt mit 418 bezeichnet ist, enthält eine obere Thermoschiene 420, die an der Innenseite des Deckels 416 anliegt, und eine untere Thermoschiene 422, die an der zu kühlen den Oberfläche des Bildwandlerplättchens 410 anliegt. Ein zwischen die Schienen 420 und 422 gepacktes Halbleitermaterial pumpt entsprechend dem oben erwähnten Peltier-Effekt Wärme von der Schiene 422 zur Schiene 420, wenn es durch Gleichstrom elektrisch erregt wird. Der Deckel 416 ist in thermischem Kontakt mit der Thermoschiene 420, und auf der Oberseite des Deckels 420 ist ein wärmeleitendes Material wie z. B. ein Kupfergeflecht befestigt, um dazu beizutragen, die mittels des thermoelektrischen Kühlers 418 gepumpte Wärme vom Deckel fort zu einer Wärmesenke (nicht dargestellt) zu befördern. Ein elektrisches Leiterkabel 428 ist durch ein Loch im Deckel 416 geführt, um den elektrischen Erregerstrom zum thermoelektrischen Kühler 418 zu leiten. Nach dem Einführen des Kabels 428 wird das Loch im Deckel 416

durch ein Epoxymaterial 429 abgedichtet. Die elektrische Verbindung zum Bildwandlerplättchen 410 wird durch Anschließen von Drähten 430 an Stifte (nicht dargestellt) hergestellt, die Teil des Trägers 414 sind. Ein lichtdurchlässiges Fenster 432, das über eine Öffnung 434 im Träger 414 geklebt ist, vervollständigt den verkapselten Bildwandlerbaustein.

Neben den beschriebenen Ausführungen sind auch andere Realisierungsformen der Erfindung möglich. So kann z. B. ein einziges Temperatur-Servosystem des vorstehend beschriebenen Typs verwendet werden, um die Erregung mehrerer hintereinandergeschalteter thermoelektrischer Kühler für eine mit mehreren Bildwandlern ausgestattete Farbfernsehkamera zu steuern. Es kann aber auch für jeden Bildwandler ein gesondertes Temperatur-Servosystem vorgesehen werden. Außerdem können auch andere Schaltungen zur Realisierung des Temperatur-Servosystems benutzt werden. So kann z. B. anstelle des Feldeffekttransistors 228 nach Fig. 2 ein Pulsbreitenmodulator verwendet werden, dessen Impulsbreite abhängig vom Pegel des temperaturanzeigenden Signals nach Fig. 1 oder von der Amplitude des Dunkelstromsignals nach Fig. 3b gesteuert wird. Außerdem können auch andere temperaturfühlende Elemente benutzt werden. So läßt sich z. B. ein Thermoelement verwenden, um ein temperaturabhängiges Signal zu liefern. Schließlich sei noch erwähnt, daß es wünschenswert sein kann, den Bildwandler auch dann zu kühlen, wenn die Kamera in der Betriebsart mit 0-dB-Vorverstärkung ist, z. B. wenn die Umgebungstemperatur wesentlich höher ist als Zimmertemperatur. Hierzu wäre ein zusätzlicher Temperaturfühler erforderlich, um das auf den Vergleich 32 nach Fig. 1 gegebene Signal zu modifizieren. Natürlich wird der zusätzliche Temperaturfühler nicht erforderlich, wenn man den Dunkelstrom direkt fühlt wie im Falle der Fig. 3b.

Patentansprüche

1. Fernsehkamera mit folgenden Einrichtungen:
 - einer optischen Einrichtung (10) zum Abbilden von Licht einer beleuchteten Szene;
 - einem auf das von der optischen Einrichtung abgebildete Licht ansprechenden Festkörper-Bildwandler (12) zur Erzeugung von Ausgangssignalen, die repräsentativ für die Szene sind;
 - einer auf die Ausgangssignale des Bildwandlers ansprechenden Signalverarbeitungseinrichtung (18) zur Erzeugung eines Kameraausgangssignals;
 - einer mit dem Bildwandler gekoppelten Kühleinrichtung (26) zum Abführen von Wärme vom Bildwandler, und einem mit der Kühleinrichtung gekoppelten Regelkreis (28), um die Kühlung des Bildwandlers auf einen gegebenen Arbeitspunkt zu regeln,
 gekennzeichnet durch
 - eine Kühlungs-Steuereinrichtung (24, 34; 300), die mit dem Regelkreis gekoppelt ist, um den erwähnten Arbeitspunkt im Einklang mit Änderungen der Verstärkung eines in seiner Verstärkung steuerbaren Verstärkers (20) zu ändern, der in der Signalverarbeitungseinrichtung enthalten ist und auf die szenenrepräsentativen Ausgangssignale des Bildwandlers anspricht.
2. Fernsehkamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Regelkreis (28) eine Synchronisierereinrichtung gekoppelt ist, um die Regelung der Kühlung des Bildwandlers (12) mit Zei-

ten zu synchronisieren, die dem Vertikalaustastintervall eines Fernseh-Teilbildes entsprechen.

3. Fernsehkamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gegebene Arbeitspunkt einer vorbestimmten Temperatur entspricht.

4. Fernsehkamera nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlungs-Steuereinrichtung (24, 34; 300) die vorbestimmte Temperatur vermindert, wenn die Verstärkung des gesteuerten Verstärkers (20) erhöht wird.

5. Fernsehkamera nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein von Hand betätigbarer Verstärkungssteuerschalter (24) vorgesehen ist, um die Verstärkung des steuerbaren Verstärkers (20) zu steuern, und daß die Kühlungs-Steuereinrichtung (34) auf den Verstärkungssteuerschalter (24) anspricht, um die vorbestimmte Temperatur zu ändern.

6. Fernsehkamera nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung ein AVR-Signal für die automatische Regelung der Verstärkung des steuerbaren Verstärkers entwickelt und daß die Steuereinrichtung auf das AVR-Signal anspricht, um die vorbestimmte Temperatur zu ändern.

7. Fernsehkamera nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis (28) folgendes aufweist:

eine mit dem Bildwandler (12) thermisch gekoppelte Fühleinrichtung (30) zur Erzeugung eines temperaturabhängigen Signals;

eine Quelle (S2) für ein Referenzsignal;

eine Vergleichseinrichtung (32), die mit der Fühleinrichtung und mit der Referenzsignalquelle gekoppelt ist, um ein Steuersignal zu erzeugen, das repräsentativ für die Differenz zwischen dem Referenzsignal und dem temperaturabhängigen Signal ist;

eine mit der Vergleichseinrichtung (32) und mit der Kühleinrichtung (26) gekoppelte Ansteuervorrichtung (36) zur wahlweisen Einschaltung und Ausschaltung der Kühleinrichtung für die Regelung der Kühlung des Bildwandlers (12).

8. Fernsehkamera nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Ansteuervorrichtung (36) eine Synchronisierereinrichtung gekoppelt ist, um die selektive Ein- und Ausschaltung der Kühleinrichtung (26) so zu synchronisieren, daß sie innerhalb von Zeiten stattfindet, in denen das Ausgangssignal nicht zur Erzeugung eines für die Szene repräsentativen Videosignals benutzt wird.

9. Fernsehkamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gegebene Arbeitspunkt einem gegebenen Pegel einer temperaturabhängigen bildfremden Signalkomponente in den Ausgangssignalen des Bildwandlers (12) entspricht.

10. Fernsehkamera nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die temperaturabhängige Komponente im wesentlichen aus den innerhalb des Bildwandlers erzeugten Dunkelstromsignalen besteht.

11. Fernsehkamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale des Festkörper-Bildwandlers (12) eine temperaturabhängige bildfremde Komponente enthalten; daß der Regelkreis (28) die Kühlung des Bildwandlers so regelt, daß ein gegebener Maximalbetrag der temperaturabhängigen Komponente einge-

stellt wird;

daß die Kühlungs-Steuereinrichtung (36) in Übereinstimmung mit Änderungen der Stärke des auf dem Bildwandler (12) abgebildeten Lichtes die Kühlung ändert, um einen sich vom gegebenen Betrag unterscheidenden geänderten Maximalbetrag der temperaturabhängigen Komponente einzustellen.

12. Fernsehkamera nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlungs-Steuereinrichtung (36) den Maximalbetrag der temperaturabhängigen Komponente unterhalb den gegebenen Betrag vermindert, wenn die Stärke des auf dem Bildwandler (12) abgebildeten Lichts abnimmt.

13. Fernsehkamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis (28) eine Einrichtung (222, 228) zur wahlweisen Ein- und Ausschaltung der Kühleinrichtung (26) enthält und eine Synchronisiereinrichtung aufweist, welche die wahlweise Ein- und Ausschaltung der Kühleinrichtung so synchronisiert, daß sie innerhalb einer Zeitspanne stattfindet, in welcher der Bildwandler (12) kein Ausgangssignal liefert.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

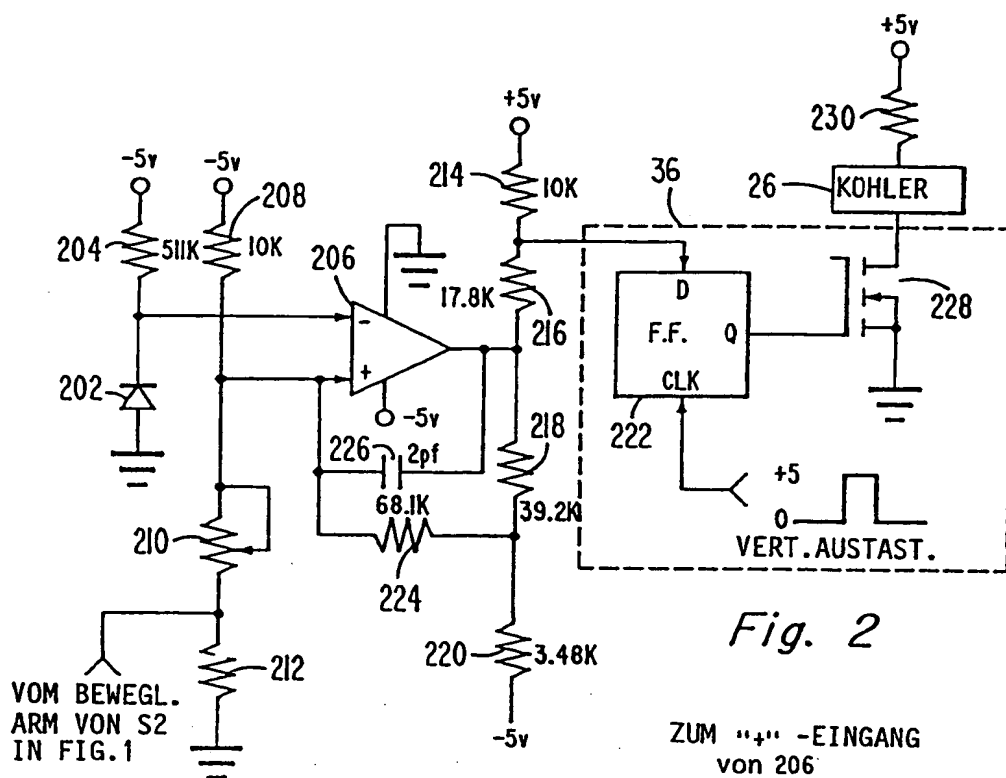


Fig. 2

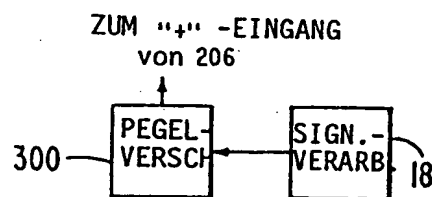


Fig. 3a

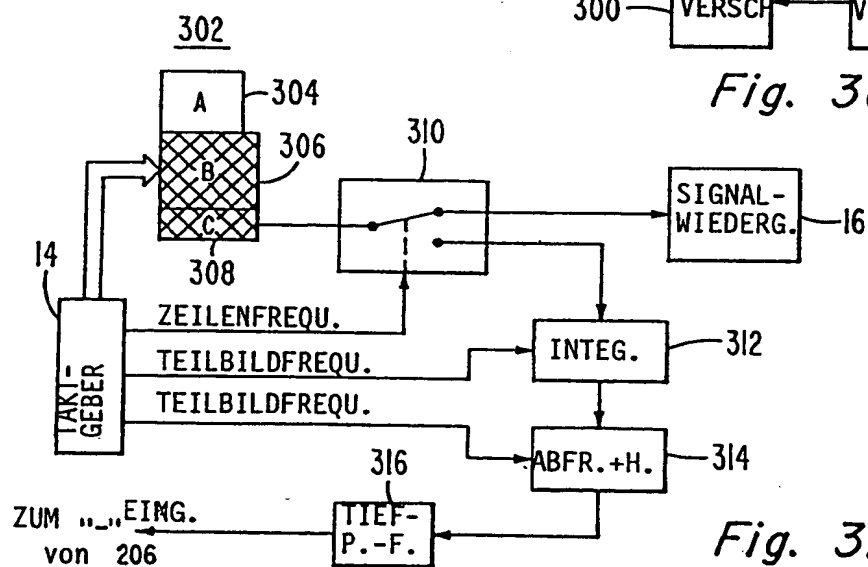


Fig. 3b